

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011285204 **Image available**

WPI Acc No: 1997-263109/ 199724

XRPX Acc No: N97-217446

Optical scanning system for laser printer - positions wavefront of
luminous flux, opposite to reference spherical surface, along
sub-scanning direction

Patent Assignee: ASAHI OPTICAL CO LTD (ASAO)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| JP 9090254 | A | 19970404 | JP 95270529 | A | 19950925 | 199724 B |
| JP 3345234 | B2 | 20021118 | JP 95270529 | A | 19950925 | 200279 |

Priority Applications (No Type Date): JP 95270529 A 19950925

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|------------|------|-----|----|-------------|----------------------------------|
| JP 9090254 | A | | 7 | G02B-026/10 | |
| JP 3345234 | B2 | | 6 | G02B-026/10 | Previous Publ. patent JP 9090254 |

Abstract (Basic): JP 9090254 A

The system comprises a light source which originates parallel laser beams. The beams fall on a cylindrical lens (2) which serves as the first optical imaging system. A polygonal mirror (3) is used as a reflector to reflect the beam from the lens.

A spot of light, scans a scanning objective surface (5), through a lens unit (4) configured by three lens (4a-4c). The wavefront of the luminous flux is positioned opposite to the reference spherical surface along the sub-scanning direction.

ADVANTAGE - Reduces size of optical system. Restrains deterioration in patterning performance. Enlarges luminous flux along sub-scanning direction.

Dwg.1/7

Title Terms: OPTICAL; SCAN; SYSTEM; LASER; PRINT; POSITION; WAVEFRONT;
LUMINOUS; FLUX; OPPOSED; REFERENCE; SPHERE; SURFACE; SUB; SCAN; DIRECTION

Derwent Class: P81; T04

International Patent Class (Main): G02B-026/10

International Patent Class (Additional): G02B-013/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T04-G04A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-90254

(43)公開日 平成9年(1997)4月4日

| (51)IntCl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|-------------------------|-------|--------|---------------|--------|
| G 0 2 B 26/10 | 1 0 3 | | G 0 2 B 26/10 | E |
| 13/00 | | | 13/00 | 1 0 3 |

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-270529

(22)出願日 平成7年(1995)9月25日

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 飯塚 隆之

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

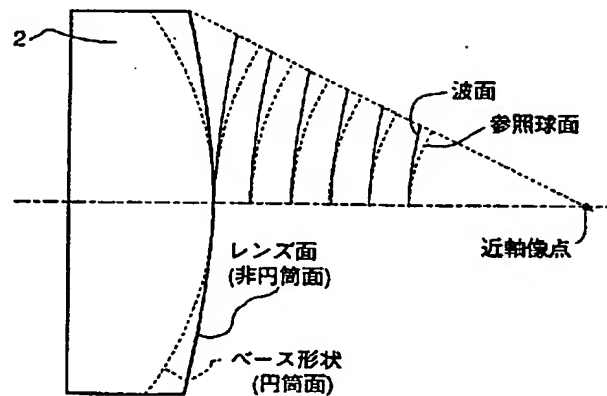
(74)代理人 弁理士 松岡 修平

(54)【発明の名称】 走査光学系

(57)【要約】

【課題】 入射光束の副走査方向のビーム径が小さい場合に、ビームウエストがガウス像面から離れ、デフォーカスによるビーム径の変化が大きくなり、描画性能が劣化する。

【解決手段】 光源部1から発した平行なレーザー光は、第1の結像光学系であるシリンドリカルレンズ2を介して偏向器としてのポリゴンミラー3で反射、偏向され、3枚のレンズ4a、4b、4cから構成される第2の結像光学系であるf θ レンズ4により走査対象面5上に主走査方向に走査するスポットを形成する。シリンドリカルレンズ2は、透過する光束の波面を副走査方向の周辺部で近軸像点を中心とする参照球面に対して遅らせるよう構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光源から発する光束を第1の結像光学系により偏向器の近傍で副走査方向に一旦結像させ、前記偏向器により偏向された光束を第2の結像光学系により走査対象面上に結像させる走査光学系において、

前記第1、第2の結像光学系は、前記走査対象面上に結像される光束の波面を、前記走査対象面上の近軸像点を中心とした参照球面に対して副走査方向の周辺部で遅らせるよう構成されていることを特徴とする走査光学系。

【請求項2】前記第1の結像光学系は、前記偏向器の近傍に結像される光束の波面を、前記偏向器近傍の近軸像点を中心とした参照球面に対して副走査方向の周辺部で遅らせるよう構成されていることを特徴とする請求項1に記載の走査光学系。

【請求項3】前記第1の結像光学系は、副走査方向にパワーを有するシリンドリカルレンズであり、円筒面により規定されるベース形状に対し、副走査方向の周辺部でレンズ厚が付加されていることを特徴とする請求項2に記載の走査光学系。

【請求項4】前記ベース形状に対する付加量が、副走査方向の高さに応じて連続的に増加することを特徴とする請求項3に記載の走査光学系。

【請求項5】前記ベース形状に対する付加量が、副走査方向の高さに応じて段階的に増加することを特徴とする請求項3に記載の走査光学系。

【請求項6】前記シリンドリカルレンズのベース形状は、一方のレンズ面が平面、他方のレンズ面が円筒面であり、いずれか一方のレンズ面に、前記ベース形状に対してレンズ厚が付加されていることを特徴とする請求項3に記載の走査光学系。

【請求項7】前記第1、第2の結像光学系は、副走査方向において光束にオーバーの球面収差を発生させるよう構成されていることを特徴とする請求項1に記載の走査光学系。

【請求項8】前記第1の結像光学系は、副走査方向にパワーを有するシリンドリカルレンズであり、該シリンドリカルレンズの副走査方向の曲率半径が、副走査方向における中心部より周辺部で大きくなるよう構成されていることを特徴とする請求項1に記載の走査光学系。

【請求項9】光源から発する光束を第1の結像光学系により偏向器の近傍で副走査方向に一旦結像させ、前記偏向器により偏向された光束を第2の結像光学系により走査対象面上に結像させる走査光学系において、前記第1、第2の結像光学系は、前記走査対象面上に形成される光束のビームウエスト位置をガウス像面に近づけ、かつ、前記ビームウエスト位置前後のビーム径の変化を対称に近づけるよう構成されていることを特徴とする走査光学系。

【請求項10】前記第1、第2の結像光学系は、副走査方向において、前記走査対象面上に結像される光束の波

面を、前記走査対象面上の近軸像点を中心とした参照球面に対して周辺部で遅らせるよう構成されていることを特徴とする請求項9に記載の走査光学系。

【請求項11】前記光源と前記第1の結像光学系との間の光路中に、回折により前記走査対象面側でのビームウエスト位置が変化する程度に小さく絞るアパーチャーが設けられていることを特徴とする請求項1または9に記載の走査光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザープリンタ等の光走査ユニットに用いられる走査光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の走査光学系は、一般に、レーザー光源から発した光束を副走査方向にパワーを有するシリンドリカルレンズにより線状に結像させ、この結像位置の近傍に設けたポリゴンミラーにより反射偏向させ、 $f\theta$ レンズを介して走査対象面上に結像させる。この種の走査光学系は、例えば特開昭61-120112号公報に開示される。

【0003】この公報に開示されるように、 $f\theta$ レンズをポリゴンミラーに近接して配置された2枚のレンズと、像面の近傍に配置された主として副走査方向にパワーを有する長尺レンズとから構成すると、 $f\theta$ レンズの副走査方向の結像倍率が低くなる傾向がある。このような結像倍率の低い $f\theta$ レンズを用いる場合、 $f\theta$ レンズに入射する光束の副走査方向の広がり角が大きいと副走査方向のスポット径が過剰に小さく絞られるため、スポット径を所定の大きさに保つためにシリンドリカルレンズのFナンバーを大きく設定して $f\theta$ レンズに入射する光束の副走査方向の広がり角を小さくする必要がある。

【0004】シリンドリカルレンズのFナンバーを大きくするためには、光束径を小さくするか、あるいは、シリンドリカルレンズの副走査方向の焦点距離を大きくする必要がある。ただし、焦点距離を長くするとシリンドリカルレンズと $f\theta$ レンズとの間隔が大きくなって光学系が大型化するため、大型化を避けてFナンバーを大きくするためにはシリンドリカルレンズを透過する光束の径をアパーチャーを介して小さく絞る必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般に、レーザービームをレンズにより集束させる場合、アパーチャーの径が所定の値より小さくなると、回折の影響によりビームウエスト位置がガウス像面から離れると共に、デフォーカスに対するビーム径の変化がビームウエスト位置の前後で非対称になることが知られている。

【0006】このような現象は走査光学系においても同様に現れる。すなわち、シリンドリカルレンズを透過する光束の径が所定の値より小さくなると、 $f\theta$ レンズを

介して形成される走査対象面側でのビームウエストの位置がガウス像面から離れて $f\theta$ レンズ側に近づき、かつ、デフォーカスによるビーム径の変化がビームウエスト位置に関して非対称となる。

【0007】したがって、上記の構成では、副走査方向の像面湾曲や、プラスチックレンズを利用する場合の温度変化による焦点距離の変化によってデフォーカスが生じた場合に、走査対象面上の副走査方向のスポット径の変化が大きくなり、描画性能が劣化するという問題がある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、光源から発する光束を第1の結像光学系により偏向器の近傍で副走査方向に一旦結像させ、偏向器により偏向された光束を第2の結像光学系により走査対象面上に結像させる走査光学系において、走査対象面上に結像される光束の波面を走査対象面上の近軸像点を中心とした参照球面に対して副走査方向の周辺部で遅らせるよう第1、第2の結像光学系を構成したことを特徴とする。波面の遅れは、参照球面上では位相の遅れとして捉えられる。

【0009】光束の波面を副走査方向の周辺部において参照球面より遅らせることにより、副走査方向の周辺部の光束の結像点が第2の結像光学系から離れる方向に移動するため、波面収差が最小となる結像点も同様に移動する。これにより、回折の影響によって第2の結像光学系に近づく方向にシフトしていたビームウエストをガウス像面に近づけるよう移動させることができる。

【0010】波面の遅れは、第1の結像光学系により発生させることができる。この場合には、第1の結像光学系は、偏向器の近傍に結像される光束の波面を、偏向器近傍の像点を中心とした参照球面に対して副走査方向の周辺部で遅らせるよう構成される。

【0011】第1の結像光学系には、副走査方向にパワーを有するシリンダリカルレンズを用いることができる。そして、上記のような波面は、シリンダリカルレンズの形状により、あるいは屈折率の変化により与えることができる。

【0012】波面の遅れをシリンダリカルレンズの形状により発生させる場合には、シリンダリカルレンズを、円筒面により規定されるベース形状に対し、副走査方向の周辺部でレンズ厚を付加すればよい。ベース形状に対するレンズ厚の付加量は、副走査方向の高さに応じて連続的に、あるいは段階的に増加するように設定することができる。

【0013】付加量を連続的に変化させる場合には、副走査方向の高さに応じて曲率半径が徐々に大きくなるようなレンズ面を形成すればよい。この場合には、副走査方向の高さに応じてパワーが変化するため、副走査方向の周辺部において、波面が参照球面に対して遅れる。ま

た、付加量を段階的に変える場合には、副走査方向の高さが一定の値となるラインに段差をつけ、この段差より周辺側の領域でベース形状に対してレンズ厚を一定量付加すればよい。この場合には、段差より周辺側を透過した光束の波面が、段差より中心側を透過した光束の波面より遅れることとなる。

【0014】なお、シリンダリカルレンズの両レンズ面のベース形状が、平面と円筒面とにより形成される場合、ベース形状に対する付加量はいずれの側のレンズ面に与えてもよい。

【0015】波面の遅れをシリンダリカルレンズの形状を保ちつつ屈折率の変化で与える場合には、副走査方向の周辺部の屈折率が中心部より高くなるよう設定すればよい。また、シリンダリカルレンズを両レンズ面が平面である分布屈折率レンズとすることもできる。副走査方向に正のパワーを持つ分布屈折率レンズは、副走査方向の屈折率分布が中心から周辺に向けて連続的に小さくなるよう設定することにより得られ、波面の遅れは、無収差の場合と比較して副走査方向の中心部と周辺部との屈折率差を小さく設定することにより得られる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる走査光学系の実施形態を説明する。図1は、この発明の実施態様を示す走査光学系の主走査方向の平面図である。

【0017】光源部1から発した平行なレーザー光は、第1の結像光学系であるシリンダリカルレンズ2を介して偏向器としてのポリゴンミラー3の近傍で副走査方向において一旦結像する。ポリゴンミラー3で反射、偏向されたレーザー光は、3枚のレンズ4a、4b、4cから構成される第2の結像光学系である $f\theta$ レンズ4により走査対象面5上に結像し、主走査方向に走査するスポットが形成される。

【0018】光源部1は、例えば発散光を発する半導体レーザーと、発散光を平行光にするコリメートレンズとから構成される。

【0019】 $f\theta$ レンズ4のポリゴンミラー3側の第1、第2レンズ4a、4bは、回転対称レンズであり、走査対象面5側の第3レンズ4cは主として副走査方向にパワーを有するトーリックレンズである。

【0020】この例では、第1の結像光学系であるシリンダリカルレンズ2が、ポリゴンミラー3の近傍に結像される光束の波面を、近軸像点を中心とした参照球面に対して副走査方向の周辺部で遅らせるよう構成されている。これにより、第2の結像光学系である $f\theta$ レンズ4を介して走査対象面5上に結像される光束の波面を、走査対象面5上の近軸像点を中心とした参照球面に対して副走査方向の周辺部で遅らせることができる。

【0021】シリンダリカルレンズ2は、図2に示されるように、一方のレンズ面が平面、他方のレンズ面が副走査方向にのみパワーを持つ曲面として構成されてい

る。シリンドリカルレンズ2の曲面は、図中破線で示したベース形状である円筒面に対し、周辺部に向けてベース形状に対する付加量が連続的に大きくなる非円筒面として形成されている。すなわち、この曲面の副走査方向の曲率半径は、副走査方向における光軸からの高さが大きくなるにつれて大きくなる。

【0022】このような形状により、シリンドリカルレンズ2に入射した平面波は、射出後には実線で示されるように、近軸像点を中心とする参照球面(破線)に対して周辺部で遅れた形状となる。

【0023】また、シリンドリカルレンズ2は、図3に示されるように、ベース形状である円筒面に対して副走査方向の高さに応じてレンズ厚が段階的に大きくなる非連続面を持つよう構成されてもよい。図3の例では、副走査方向の高さが一定の値となる位置に段差を1段設け、段差より周辺側でベース形状に対して一定の付加量を与えている。このような構成によれば、シリンドリカルレンズ2を射出した後の波面は、参照球面に対して周辺部で遅れた形状となる。

【0024】図4(A)(B)は、図1の走査光学系を光軸に沿って展開した図であり、(A)が主走査方向、(B)が副走査方向を示す。レーザービームは、主走査方向においては図4(A)に示されるように平行な状態で $f\theta$ レンズ4に入射し、ここで集束されて走査対象面に達する。一方、副走査方向においては、図4(B)に示されるようにシリンドリカルレンズ2によりポリゴンミラー3の近傍に一旦結像し、 $f\theta$ レンズ4には発散光として入射する。 $f\theta$ レンズ4は、副走査方向におけるパワーが主走査方向におけるより強く設定されており、副走査方向に発散するレーザービームを走査対象面5上に再結像させる。

【0025】前述のようにシリンドリカルレンズ2を、光束の波面を副走査方向の周辺部において参照球面より遅らせるような形状とすることにより、副走査方向の周辺部の光束の結像点がシリンドリカルレンズ2から離れる方向に移動するため、波面収差が最小となる結像点も同様に移動する。これにより、回折の影響によって $f\theta$ レンズ4に近づく方向にシフトしていた走査対象面5側でのビームウエストの位置をガウス像面に近づけると共に、デフォーカスに対するビーム径の変化をビームウエストに対して対称に近づけることができる。

【0026】

【実施例】次に、実施態様の走査光学系につき、具体的な数値を用いて説明する。図4に示されるように、シリンドリカルレンズ2に向かうレーザービームは、主走査方向に5.6mm、副走査方向に2.0mmの径を持つガウスビームであり、シリンドリカルレンズ2の手前に設けられたアパーチャーApにより主走査方向に2.5mm、副走査方向にa(mm)に絞られる。

【0027】また、光源部1の発光波長は780nmで

あり、シリンドリカルレンズ2のベース形状による副走査方向の焦点距離(近軸部分による焦点距離)は120mm、 $f\theta$ レンズ4の第1、第2レンズ4a、4bの合成焦点距離は180mm、第3レンズ4cの副走査方向の焦点距離は57mmである。焦点距離120mmのシリンドリカルレンズのベース形状は、屈折率1.5072の材料を用いると、副走査方向の曲率半径 $Rz=61.286$ mmとなる。

【0028】続いて、シリンドリカルレンズ2をベース形状で構成した場合に、副走査方向のアパーチャー径aの変化により走査対象面5側での軸上のビーム径がどのように変化するかについて説明する。副走査方向のビーム径aを1.8mm、1.2mm、0.8mmとした場合のデフォーカスに対するビーム径の変化の度合いを図5のグラフに示す。デフォーカスは、ガウス像面からの光軸方向の距離に対応し、符号はマイナスがポリゴンミラー3側に近づく方向を示す。

【0029】図5に示されるように、アパーチャーが十分に大きい場合($a=1.8$ mm)には、ビームウエストはデフォーカス0mmで示されるガウス像面にはほぼ一致し、かつ、デフォーカスに対するビーム径の変化もビームウエストに対してほぼ対称になる。これに対して、アパーチャーが相対的に狭くなると($a=1.2, 0.8$)、回折の影響によりビームウエスト位置がガウス像面より手前側に離れ、かつ、デフォーカスに対するビーム径の変化がビームウエストに対して非対称となる。

【0030】走査対象面5の位置はガウス像面を基準に設定されるため、デフォーカスによるスポット径の変化を小さくするためには、ガウス像面近傍でのビーム径の変化が小さいことが望ましい。ビームウエストがガウス像面にはほぼ一致していれば、デフォーカスがプラス側、マイナス側のいずれの方向に発生してもビーム径は大きくなる方向にのみ変化するため、例えば ± 4 mmのデフォーカスの範囲内でのビーム径の変動幅は比較的小さい。

【0031】しかしながら、ビームウエスト位置が図5の破線、あるいは一点鎖線で示すようにガウス像面からマイナス側に離れると、デフォーカスがマイナス側に発生した際にはビーム径が小さくなり、逆にプラス側に発生した際にはビーム径が大きくなるため、例えば ± 4 mmのデフォーカスの範囲内でのビーム径の変化が単調になり、結果的に変動幅が実線の場合より大きくなる。

【0032】次に、シリンドリカルレンズ2に副走査方向の周辺部で波面が参照球面に対して遅れるような形状を導入した場合のデフォーカスに対するビーム径の変化について説明する。図6は、 $a=1.2$ mmに設定した場合を例として、シリンドリカルレンズにより与えられる波面の遅れ量(参照球面上での位相差量)によってビーム径がどのように変化するかを示したグラフである。図6中の実線で示されるベース形状のグラフは、図5に点

線で示された $a = 1.2$ のグラフと同一である。

【0033】図6中のピッチの短い破線、一点鎖線、ピッチの長い破線は、図2に示したようにベース形状に対するレンズ厚の付加量を連続的に変化させた場合で、それぞれ副走査方向の周辺部で軸上に対して波長 λ の $1/16$ 、 $2/16$ 、 $3/16$ の遅れ(位相差)を与えた場合の特性を示す。二点鎖線は、図3に示したタイプの形状で副走査方向の高さ 0.45mm の部分に光軸方向に $0.19\mu\text{m}$ の段差を設けた場合の特性を示す。

【0034】いずれの場合にも、実線で示されるベース形状の特性と比較すると、ビームウエストがよりガウス像面に近接し、かつ、ビーム径の変化もビームウエストに関して対称に近くなる。

【0035】例えば、 $\pm 4\text{mm}$ のデフォーカスに対するビーム径の変動範囲は、ベース形状の場合には $81\mu\text{m} \sim 104\mu\text{m}$ で変動幅は $23\mu\text{m}$ となるのに対し、 $3\lambda/16$ の波面の遅れを与えた場合には $96\mu\text{m} \sim 104\mu\text{m}$ で変動幅は $8\mu\text{m}$ となり、変動幅を $1/3$ 程度に抑えることができる。

【0036】上記のような位相差を与えた場合のシリンドリカルレンズの副走査方向の形状は、以下の式(1)で表される。式中 X_z は光軸からの高さ Z におけるSAG量(接平面からレンズ面までの光軸方向の距離)、 K は円錐係数、 B_4 は4次の非球面係数である。副走査方向のビーム径 1.2mm の周辺部にそれぞれ $\lambda/16$ 、 $2\lambda/16$ 、 $3\lambda/16$ の位相差を与えるためには、非球面係数をそれぞれ以下の式(2)に示される値とすればよい。副走査方向のベースカーブの曲率半径(頂点曲率半径) R_z は前述のように 61.286mm である。

【0037】

【数1】

$$X_z = \frac{C_z Z^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C_z^2 Z^2}} + B_4 Z^4 \dots (1)$$

$$\text{ただし、} C_z = \frac{1}{R_z}$$

$$3\lambda/16 : K=0, B_4 = -2.211 \times 10^{-3}$$

$$2\lambda/16 : K=0, B_4 = -1.474 \times 10^{-3} \dots (2)$$

$$\lambda/16 : K=0, B_4 = 0.737 \times 10^{-3}$$

【0038】図7は、波面を遅らせるためにベース形状に対して付加されるレンズ厚を示すグラフであり、実線が図2に示したようにベース形状に対する付加量を連続的に変化させて $3\lambda/16$ の波面の遅れを与える場合、破線が図3に示したように付加量を段階的に変化させる

場合を示す。なお、これらの付加量は、曲面側、平面側のいずれに付すこともできる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、入射光束の副走査方向のビーム径が回折の影響を受ける程度に小さい場合にも、ビームウエストをガウス像面に近づけることができ、デフォーカスによるビーム径の変化を小さく抑え、描画性能の劣化を小さく抑えることができる。したがって、副走査方向の結像倍率が低い $f\theta$ レンズを利用する場合にも、副走査方向の光束径を小さく絞ることにより $f\theta$ レンズに入射する光束のFナンバーを大きくすることができ、光学系を大型化することなく所望のスポット径を保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明が適用される走査光学系の主走査方向の平面図である。

【図2】 この発明にかかる走査光学系に使用されるシリンドリカルレンズの一例を示す副走査方向の側面図である。

【図3】 この発明にかかる走査光学系に使用されるシリンドリカルレンズの他の例を示す副走査方向の側面図である。

【図4】 図1の走査光学系における各レンズの作用を示す説明図であり、(A)が主走査方向、(B)が副走査方向を示す。

【図5】 シリンドリカルレンズに入射するビームの副走査方向のビーム径と、走査対象面側でのデフォーカスに対するスポット径の変化との関係を示すグラフである。

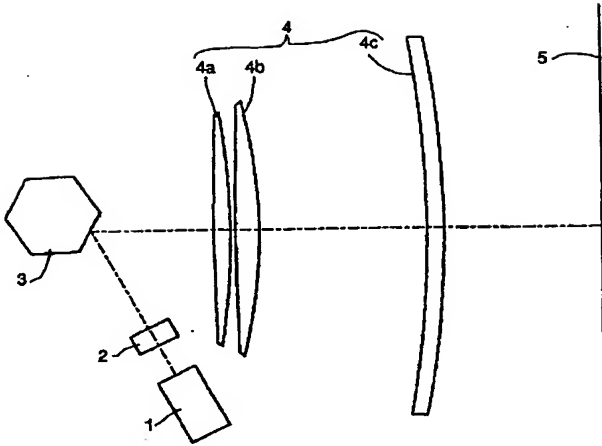
【図6】 シリンドリカルレンズにより与えられる波面の遅れ量と、走査対象面側でのデフォーカスに対するスポット径の変化との関係を示すグラフである。

【図7】 波面を遅らせるためにベース形状に対して付加されるレンズ厚を示すグラフである。

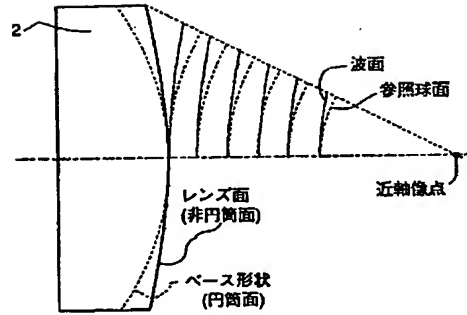
【符号の説明】

- 1 光源部
- 2 シリンドリカルレンズ
- 3 ポリゴンミラー
- 4 $f\theta$ レンズ
- 4 a 第1レンズ
- 4 b 第2レンズ
- 4 c 第3レンズ
- 5 走査対象面

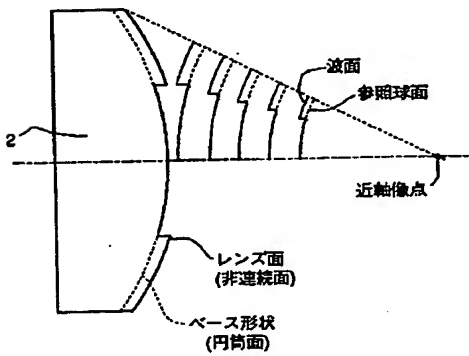
【図1】



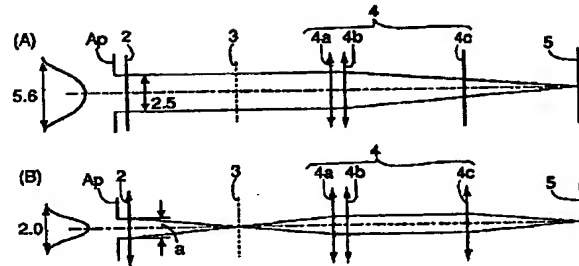
【図2】



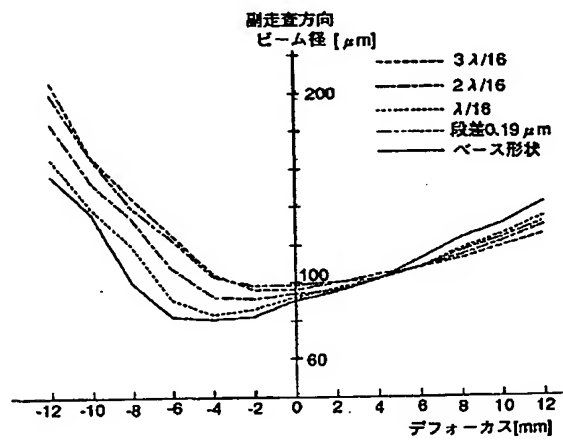
【図3】



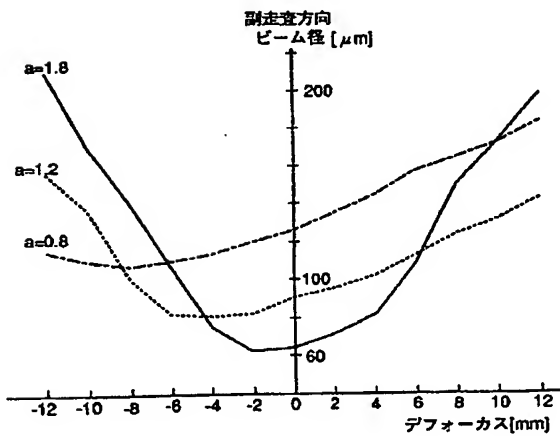
【図4】



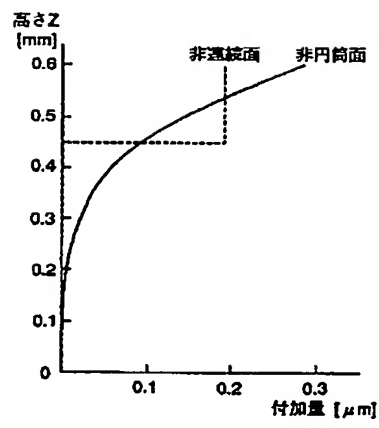
【図6】



【図5】



【図7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)